

OPTIMISASI RUTE PENDISTRIBUSIAN SEJENIS PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM GOL

Fitri Marlina^{1*}, Tumpal P. Nababan², M. D. H. Gamal²

¹ Mahasiswa Program Studi S1 Matematika FMIPA Universitas Riau

²Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Binawidya Pekanbaru (28293), Indonesia

*fitrimarlina66@yahoo.com

ABSTRACT

This article discusses a goal programming technique for optimal vehicle routes of distribution of a product. The goal programming used is the weighted one. This technique is implemented in a real life case of distributing a product in a company. Computational experiments show that determination of vehicle routes using goal programming technique is more effective than using only driver knowledge, because it is able to satisfy all of goals expected in the distribution process.

Keywords: *vehicle routing problem, goal programming.*

ABSTRAK

Artikel ini membahas teknik program gol untuk penentuan rute kendaraan yang optimal pada pendistribusian produk. Program gol yang digunakan adalah program gol pembobotan. Teknik ini diaplikasikan pada sebuah kasus dalam kehidupan nyata yaitu pendistribusian sejenis produk pada sebuah perusahaan. Hasil komputasi menunjukkan bahwa penentuan rute dengan menggunakan teknik program gol lebih efektif dibandingkan dengan hanya menggunakan pengetahuan sopir saja, karena teknik ini mampu memenuhi setiap tujuan-tujuan yang diharapkan dalam proses distribusi.

Kata kunci: *masalah rute kendaraan, program gol.*

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka untuk mengelola sumber daya yang terlibat dalam rantai pasokan dan sistem distribusi yang lebih efisien, maka perusahaan harus membuat keputusan yang efektif pada sistem pengelolaan sumber daya mereka [3]. Diantaranya adalah keputusan yang meliputi pengiriman komoditas dengan harga murah, pelayanan yang tinggi dan waktu penundaan yang singkat. Keadaan ini menjamin tidak hanya pelayanan yang bagus tetapi juga penyimpanan pergudangan dan biaya distribusi [2]. Persoalan distribusi menjadi penting karena berhubungan dengan biaya transportasi yang mempengaruhi total biaya produksi.

Sehubungan dengan perencanaan operasi, ada 3 jenis masalah keputusan yang dapat diidentifikasi. Pertama, mengelompokkan pelanggan dalam area yang geografis. Kedua, pada model perencanaan dapat memenuhi permintaan pelanggan. Ketiga, menetapkan rute yang optimal untuk menyuplai dari sebuah depot pusat ke pelanggan dalam area geografis. Masalah ini dibahas secara spesifik. Masalah ini umumnya dikenal sebagai masalah rute kendaraan (*vehicle routing problem*). Permasalahan rute kendaraan adalah menentukan rute terbaik untuk rute perjalanan kendaraan dari sebuah depot pusat dalam pendistribusian produk ke pelanggan-pelanggan yang tersebar secara geografis, sehingga dapat meminimalkan total jarak perjalanan atau total biaya distribusi [2].

Program gol merupakan suatu perluasan program linear yang mempunyai multi-tujuan. Program gol dapat meningkatkan fleksibilitas program linear dengan memasukkan berbagai tujuan tersebut, di samping tetap dapat menghasilkan suatu solusi optimal dalam kaitannya dengan prioritas tujuan [5, h: 228].

Artikel ini menyajikan penggunaan teknik program gol untuk menentukan rute perjalanan kendaraan ke pelanggan yang optimal. Dalam pengaplikasian metode ini, dilakukan studi kasus pada pendistribusian produk air minum dalam kemasan gelas 240ml yang diproduksi oleh PT. Amanah Insanillahia (AMIA) kepada pelanggan-pelanggan di wilayah Kabupaten Tanah Datar. Dalam proses pendistribusian yang selama ini diterapkan adalah penentuan rute kendaraan sepenuhnya hanya bergantung pada pengetahuan sopir terhadap lokasi-lokasi tertentu untuk dikunjungi sehingga hal ini dirasa kurang efisien. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem yang baik untuk mengoptimalkan tujuan-tujuan yang diinginkan perusahaan.

2. MODEL RUTE PENDISTRIBUSIAN PRODUK AMIA

Pada bagian ini disajikan model matematika dari permasalahan rute pendistribusian produk AMIA yang meliputi variabel keputusan, kendala model penentu rute kendaraan, dan formulasi gol.

Pembentukan model matematika untuk rute kunjungan kendaraan dengan menggunakan program gol berdasarkan model yang dibuat oleh Calvete et.al. [1], diperlukan adanya perubahan-perubahan model tersebut agar sesuai dengan kondisi nyata.

Notasi yang digunakan dalam model adalah

- i, j := indeks untuk pelanggan AMIA
- x_{ij} := variabel keputusan kunjungan dari pelanggan i ke pelanggan j
- t_{ij} := waktu perjalanan dari pelanggan i ke pelanggan j
- d_{ij} := jarak antara pelanggan i dan pelanggan j
- c_{ij} := biaya perjalanan dari pelanggan i ke pelanggan j
- q_i := permintaan pelanggan i

$\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$:= variabel deviasi negatif yang terjadi jika realisasi dari fungsi tujuan di bawah nilai target
 $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$:= variabel deviasi positif yang terjadi jika realisasi dari fungsi tujuan di atas nilai target
 W_i := bobot relatif untuk variabel deviasi
 A := himpunan pelanggan dalam sebuah rute
 $A = \{(i, j) : i, j \in N\}$.

Dalam model, variabel keputusan yang menentukan apakah kendaraan mengunjungi sejumlah pelanggan tertentu atau tidak, sehingga dapat dibentuk sebuah rute dari variabel keputusan ini. Variabel keputusan dinotasikan dengan $x_{i,j}$ yang bernilai 1 jika kendaraan mengunjungi pelanggan ke i menuju pelanggan ke j dan bernilai 0 untuk yang lainnya. Model matematika variabel keputusan untuk masalah ini yaitu

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika kendaraan mengunjungi pelanggan ke } i \text{ menuju pelanggan ke } j, \\ 0, & \text{jika kendaraan tidak mengunjungi pelanggan.} \end{cases}$$

Pada artikel ini, metode program gol yang digunakan adalah metode pembobotan (*non-preemptive*). Metode pembobotan (*non-preemptive*) digunakan apabila gol yang ingin dicapai kurang lebih sama pentingnya. Gol tersebut dapat diberi bobot sesuai dengan kepentingan yang membuat keputusan dan bersifat subjektif.

Bobot untuk masing-masing fungsi gol dalam model ini adalah:

$W_1 = 5$, yaitu bobot untuk meminimumkan jarak tempuh kendaraan untuk mengunjungi pelanggan pada rute yang ditentukan.

$W_2 = 4$, yaitu bobot untuk meminimumkan waktu perjalanan kendaraan untuk rute tertentu.

$W_3 = 3$, yaitu bobot untuk meminimumkan biaya perjalanan kendaraan.

$W_4 = 2$, yaitu bobot untuk meminimumkan variabel deviasi permintaan.

Fungsi gol yang diselesaikan ada 4 target. Berikut ini adalah keempat model dari fungsi gol (tujuan) yaitu

Tujuan 1 : Meminimumkan jarak yang ditempuh kendaraan diberikan oleh

$$\min \quad z = \sum_{i,j \in A} d_{ij} x_{ij}.$$

Tujuan 2 : Meminimumkan waktu perjalanan diberikan oleh

$$\min \quad z = \sum_{i,j \in A} t_{ij} x_{ij}.$$

Tujuan 3 : Meminimumkan biaya perjalanan diberikan oleh

$$\min \quad z = \sum_{i,j \in A} c_{ij} x_{ij}.$$

Tujuan 4 : Memaksimumkan pemanfaatan sebuah kendaraan diberikan oleh

$$\text{maks } z = \sum_{i=2}^n q_i \sum_{j=1}^n x_{ij}.$$

Model program gol untuk tujuan-tujuan ini adalah

1. Fungsi tujuan meminimumkan jarak tempuh kendaraan diberikan oleh

$$\sum_{i,j \in A} (d_{ij} x_{ij}) + \eta_1 - \rho_1 = P_1. \quad (1)$$

$P_1 :=$ target jarak minimum yang ditempuh kendaraan.

2. Fungsi tujuan meminimumkan waktu perjalanan diberikan oleh

$$\sum_{i,j \in A} (t_{ij} x_{ij}) + \eta_2 - \rho_2 = P_2. \quad (2)$$

$P_2 :=$ target waktu minimum perjalanan kendaraan.

3. Fungsi tujuan meminimumkan biaya perjalanan diberikan oleh

$$\sum_{i,j \in A} (c_{ij} x_{ij}) + \eta_3 - \rho_3 = P_3. \quad (3)$$

$P_3 :=$ target biaya minimum perjalanan kendaraan.

4. Fungsi tujuan memaksimumkan pemanfaatan sebuah kendaraan diberikan oleh

$$\sum_{i=2}^n q_i \sum_{j=1}^n x_{ij} + \eta_4 - \rho_4 = P_4. \quad (4)$$

$P_4 :=$ kapasitas maksimum sebuah kendaraan. Pada penelitian yang dilakukan, kapasitas maksimum kendaraan yang digunakan dalam pendistribusian AMIA adalah 280 kardus.

Kendala yang digunakan untuk menyusun model penentuan rute kendaraan adalah sebagai berikut:

Kendala 1 merupakan kendala model yang menjamin bahwa hanya ada satu kendaraan yang mengunjungi pelanggan. Kendala ini diberikan oleh

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &= 1, & \text{untuk } j = 2, \dots, n, \\ \sum_{i=1}^n x_{ji} &= 1, & \text{untuk } j = 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Kendala 2 menjamin bahwa tidak ada kendaraan yang mengunjungi dari toko ke toko itu sendiri. Kendala ini diberikan oleh

$$\sum_{i=2}^n x_{ii} = 0.$$

Kendala 3 menjamin bahwa kendaraan akan berangkat dari depot pusat dan kembali ke depot pusat. Kendala ini diberikan oleh

$$\sum_{j=2}^n x_{1j} \leq 1,$$

$$\sum_{i=2}^n x_{i1} \leq 1.$$

Pada persoalan penentuan rute kunjungan kendaraan pendistribusian produk, terdapat empat gol yang akan diminimumkan pada model (1) – (4), dengan variabel deviasi sebagai berikut:

- ρ_1 := kelebihan jarak tempuh kendaraan,
- ρ_2 := kelebihan waktu perjalanan,
- ρ_3 := kelebihan biaya perjalanan,
- η_4 := kurangnya permintaan dari kapasitas maksimum kendaraan.

Metode penyelesaian program gol untuk persoalan penentuan rute kunjungan kendaraan pendistribusian produk adalah menggunakan metode pembobotan (*non-preemptive*). Metode pembobotan adalah metode penyelesaian program gol untuk semua gol yang kurang lebih sama pentingnya [4]. Model fungsi gol (tujuan) untuk metode pembobotan adalah $\min z = \sum_{i=1}^4 W_i G_i$, dengan W_i adalah bobot relatif sesuai tingkat kepentingan, dan G_i adalah variabel yang akan diminimumkan nilainya [6, h: 338].

Bentuk model matematika program gol pembobotan untuk target ini yaitu

$$\begin{aligned} \min \quad & z = 5\rho_1 + 4\rho_2 + 3\rho_3 + 2\eta_4 \\ \text{kendala} \quad & \sum_{i,j \in A} d_{ij} x_{ij} + \eta_1 - \rho_1 = 0 \\ & \sum_{i,j \in A} t_{ij} x_{ij} + \eta_2 - \rho_2 = 0 \\ & \sum_{i,j \in A} c_{ij} x_{ij} + \eta_3 - \rho_3 = 0 \\ & \sum_{i=2}^n q_i \sum_{j=1}^n x_{ij} + \eta_4 - \rho_4 = 280 \\ & \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad \text{untuk } j = 2, \dots, n, \\ & \sum_{i=1}^n x_{ji} = 1, \quad \text{untuk } j = 2, \dots, n, \end{aligned}$$

$$\sum_{i=2}^n x_{ii} = 0$$

$$\sum_{j=2}^n x_{1j} \leq 1$$

$$\sum_{i=2}^n x_{i1} \leq 1.$$

3. HASIL KOMPUTASI

Model yang telah terbentuk diformulasikan ke dalam bahasa LINGO untuk dilakukan komputasi. Perhitungan Komputasi dengan *software* LINGO dilakukan setelah pengelompokan data menjadi 8 kelompok seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Pengelompokan Toko

No	Toko	Alamat	Kelompok
1	Toko Desi	Jl. Kampung Baru	1
2	Toko Depi	Jl. Agus Salim	1
3	Toko Anto	Jl. Mikang	1
4	Toko Mintuo	Jl. Bundo Kandung no. 2	1
5	Depot Salwa	Jl. Simpurut	1
6	Toko Malin	Jl. Batusangkar-Sungai Tarab	2
7	Toko Siska	Jl. Hamka	2
8	Toko Dapit	Jl. Tengah	2
9	Toko Bujang	Jl. Enam Mai	2
10	Toko Farhan	Jl. Koto Panjang	2
11	Toko Aurel	Jl. Lenggong Geni	3
12	Toko Miskah	Jl. Jendral Sudirman	3
13	Toko Zahra	Jl. Ahmad Yani	3
14	Toko Habi	Jl. Simpang Kiambang	3
15	Toko Endang	Jl. Kegurun	3
16	Sinar Duri	Jl. S. Parman	4
17	Toko MR	Jl. Haryono	4
18	Lembaran Mulia	Jl. Bagar Syah	4
19	Toko Rima	Jl. Belakang Banteng	4
20	Usaha Baru	Jl. Soekarno-Hatta	4

21	Toko Sultan	Jl. Sta Bagagar Syah	5
22	Toko Mak Kari	Jl. Moh. Yamin	5
23	Tribunga	Jl. Suprpto	5
24	Toko Jaya	Jl. Tendenan	5
25	Toko Fajar 1	Jl. Sunyoto	5
26	Toko Linda	Desa Sawah Tengah	6
27	Toko Imam	Desa Sungai Jambu	6
28	Toko Deri	Desa Simabur	6
29	Toko DS	Desa Pariangan	6
30	Toko Metro	Desa Batu Basa	6
31	Toko Erna	Desa Simawang	7
32	Toko H. Pin	Desa Rambatan	7
33	Toko Roni	Desa Balimbing	7
34	Toko Guru	Desa III Koto	7
35	Toko Nayla	Jl.Imam Bonjol	8
36	Kibar Jaya	Jl. Dobok-Batusangkar	8
37	Toko Kamal	Desa Tabek	8
38	Toko Helmi	Desa Padang Magek	8

Hasil LINGO menunjukkan jarak, waktu, dan biaya untuk setiap fungsi tujuan dari setiap rute yang terbentuk, sehingga dapat pula dihitung total keseluruhan jarak, waktu, dan biaya dari kedelapan kelompok rute seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Rute yang Optimal untuk Jarak, Waktu, dan Biaya minimum

No	Rute yang Optimal	Jarak (km)	Waktu (menit)	Biaya (Rp)
1	1 – 2 – 4 – 6 – 3 – 5 – 1	13,05	22,37	17.943,75
2	1 – 4 – 6 – 5 – 3 – 2 – 1	13,70	23,45	18.837,50
3	1 – 3 – 4 – 6 – 5 – 2 – 1	16,90	28,95	23.237,50
4	1 – 2 – 4 – 5 – 3 – 6 – 1	8,45	14,47	11.618,75
5	1 – 2 – 3 – 4 – 6 – 5 – 1	28,10	48,14	38.637,50
6	1 – 2 – 3 – 6 – 5 – 4 – 1	38,00	65,12	52.250,00
7	1 – 4 – 3 – 2 – 5 – 1	43,00	73,69	59.125,00
8	1 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1	20,90	35,80	28.737,50
	Total	182,10	311,99	250.387,50

Hasil yang sama diperoleh pada perhitungan manual untuk setiap variabel keputusan, yaitu pada total jarak, total waktu, dan total biaya sehingga dapat dikatakan bahwa model dapat diterima. Perhitungan manual untuk kelompok 7 dengan data pada Tabel 3.

Tabel 3: Data Toko Kelompok 7

No	Toko	Alamat	Permintaan	Jarak dari depot
1	Toko Erna	Desa Simawang	68	17,7
2	Toko H. Pin	Desa Rambatan	68	10,9
3	Toko Roni	Desa Balimbing	68	9,1
4	Toko Guru	Desa III Koto	62	11,7

Tabel 4: Perhitungan Manual Kelompok 7

No	Konfigurasi Rute	Total Jarak (km)	Total Waktu (menit)	Total Biaya (Rp)
1	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 1	46,70	80,05	64.212,50
2	1 – 2 – 3 – 5 – 4 – 1	49,70	85,20	68.337,50
3	1 – 2 – 4 – 3 – 5 – 1	46,70	80,05	64.212,50
4	1 – 2 – 4 – 5 – 3 – 1	52,90	90,68	72.737,50
5	1 – 2 – 5 – 3 – 4 – 1	48,50	83,14	66.687,50
6	1 – 2 – 5 – 4 – 3 – 1	51,70	88,62	71.087,50
7	1 – 3 – 2 – 4 – 5 – 1	47,40	81,25	65.175,00
8	1 – 3 – 2 – 5 – 4 – 1	49,20	84,34	67.650,00
9	1 – 3 – 4 – 2 – 5 – 1	46,20	79,20	63.525,00
10	1 – 3 – 4 – 5 – 2 – 1	51,70	88,62	71.087,50
11	1 – 3 – 5 – 4 – 2 – 1	52,90	90,68	72.737,50
12	1 – 3 – 5 – 2 – 4 – 1	49,20	84,34	67.650,00
13	1 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1	49,70	85,20	68.337,50
14	1 – 4 – 5 – 2 – 3 – 1	49,20	84,34	67.650,00
15	1 – 4 – 3 – 2 – 5 – 1	43,00	73,69	59.125,00
16	1 – 4 – 3 – 5 – 2 – 1	48,50	83,14	66.687,50
17	1 – 4 – 2 – 3 – 5 – 1	44,20	75,77	60.775,00
18	1 – 4 – 2 – 5 – 3 – 1	49,20	84,34	67.650,00
19	1 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1	46,70	80,05	64.212,50
20	1 – 5 – 4 – 2 – 3 – 1	47,40	81,25	65.175,00
21	1 – 5 – 3 – 2 – 4 – 1	44,20	75,77	60.775,00
22	1 – 5 – 3 – 4 – 2 – 1	46,70	80,05	64.212,50
23	1 – 5 – 2 – 4 – 3 – 1	46,20	79,20	63.525,00
24	1 – 5 – 2 – 3 – 4 – 1	43,00	73,69	59.125,00

Perhitungan manual rute untuk kelompok 7 seperti yang disajikan pada Tabel 4. menghasilkan rute optimal yaitu $1 - 4 - 3 - 2 - 5 - 1$. Hasil yang sama diperoleh dengan komputasi LINGO untuk setiap variabel keputusan, yaitu pada total jarak, total waktu, dan total biaya sehingga dapat dikatakan bahwa model dapat diterima.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penentuan rute perjalanan kendaraan pendistribusian produk kepada pelanggan-pelanggan yang tersebar secara geografis dapat disusun dalam model program gol dengan hasil yang lebih baik karena dari hasil penyelesaian model diperoleh rute kendaraan dengan jarak, waktu, dan biaya yang minimum. Penyelesaian model program gol dengan menggunakan program LINGO menghasilkan rute perjalanan kendaraan yang optimal dengan total jarak tempuh kendaraan 182,10 km, total waktu 311,99 menit, dan total biaya Rp. 250.387,50. Terlihat dari hasil yang diperoleh bahwa dengan memperoleh rute yang optimal untuk pendistribusian produk maka jarak tempuh minimum demikian pula dengan waktu dan biaya menjadi minimum. Untuk kajian berikutnya perlu dipikirkan tentang penentuan rute perjalanan kendaraan dengan program gol preemptif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Calvete, H.I., C. Gale, M. J. Oliveros & B. S. Valverde. 2007. A Goal Programming Approach to Vehicle Routing Problems With Soft Time Windows. *European Journal of Operational Research*, **177**: 1720-1733.
- [2] Calvete, H. I., M. J. Oliveros & B. S. Valverde. 2004. Approach to Vehicle Routing Problems With Soft Time Windows: An Optimization Based Approach. *Monografias del Seminario Matematico Garcia de Galdeano*, **31**: 295-304.
- [3] Jolai, F & M. Aghdaghi. 2008. A Goal Programming Model for Vehicle Routing Problem With Backhauls and Soft Time Windows. *Journal of Industrial Engineering International*, **4**: 7-18.
- [4] Lasmanah. 2003. Goal Programming Sebagai Alat Bantu Manajemen Dalam Memperkirakan Target Perusahaan. *Jurnal Akutansi dan Manajemen Fakultas Ekonomi*, **4**: 54-71.
- [5] Muslich, M. 2010. *Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif*. Bumi Aksara, Jakarta.
- [6] Taha, H. A. 2007. *Operations Research: An Introduction, Eighth Edition*. Pearson Education, Inc., New Jersey.